Tome XX (1933). N° 4-5 Avril-Mai

REVUE DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE ET D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE

SÉANCE DU 7 AVRIL 1933

Présidence de M. FRON, *Président.*

SOMMAIRE

Présentations, p. 155. — *Observations*, p. 156. — *Communication:* 1° M. RAUCOURT et R. DUPOUX: Expériences de poudrages en grande culture dans le Limousin. Dangers que présente l'entraînement par le vent des poudres arsenicales, p. 160.

Présentations :

MM. PRAVIEL, Préparateur de Zoologie à l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris, présenté par MM. BALACHOWSKY et VAYSSIÈRE.

R. PORTÈRES, Ingénieur agricole et d'Agronomie coloniale, Adjoint au Chef du Service de l'Agriculture de la Côte-d'Ivoire, présenté par MM. MALLAMAIRE et MAUBLANC.

Dr. Ing. OTTOKAR HEINISCH, Kvasice, Moravie, Tchécoslovaquie, présenté par MM. GUYOT et VIENNOT-BOURGIN.

OBSERVATIONS

Note sur l'emploi des composés d'arsenic en arboriculture fruitière

L'emploi des sels d'arsenic dans la lutte contre les insectes nuisibles aux cultures s'impose de plus en plus. Les fruits étrangers qui ont supplanté les fruits français sur les marchés extérieurs et envahi les marchés nationaux doivent surtout leur supériorité à ce qu'ils sont bien protégés contre les attaques des insectes au moyen de traitements aux sels d'arsenic pratiqués jusqu'à une époque très avancée de la végétation.

En France, la réglementation concernant l'emploi des composés d'arsenicaux est telle que, pratiquement, la défense de nos cultures fruitières contre la plupart des insectes est rendue très difficile et, dans tous les cas, absolument insuffisante.

Les dangers courus par les consommateurs de fruits traités au moyen des composés d'arsenic sont-ils vraiment sérieux ?

C'est ce qu'il nous a semblé intéressant de rechercher.

Nous avons fait faire des traitements en nombre croissant et inusité.

Les expériences ont été faites dans des vergers clos et les arbres traités étaient signalés comme dangereux aux maraudeurs éventuels.

Ils ont eu lieu dans deux régions fruitières du département de Seine-et-Oise, à Montlhéry et à Argenteuil.

Tous les dosages d'arsenic ont été faits dans les laboratoires de l'Institut des recherches agronomiques sur l'ensemble de chaque échantillon.

Les doses d'arsenic métalloïdique trouvées sur les fruits sont rapportées à 100 gr. de fruits et évaluées en milligrammes.

Il n'est pas inutile de rappeler que l'été 1932 a été particulièrement sec et que les fruits, par conséquent, n'ont pas été lavés par les eaux de pluie.

A. — Essais de Montlhéry

Les échantillons de fruits ont été prélevés à deux époques assez espacées sur les Poiriers de la variété *Passe-Crassanne*.

Premier essai

Les prélèvements ont eu lieu au mois d'août, c'est-à-dire de très bonne heure, les fruits étant encore petits et éloignés de la maturité.

Les échantillons étaient composés de 4 fruits pesant ensemble environ 500 grammes.

Les analyses ont été faites le 24 août 1932, par conséquent à une date rapprochée des derniers traitements.

Résultats des analyses

Nombre de traitements	Date du dernier traitement	Arsenic métalloïdique évalué en milligrammes par 100 gr. de fruits
I — 5	22 Juin	0,022
II — 6	5 Juillet	0,088
III — 7	23 Juillet	0,18
IV — 8	5 août	0,40

Deuxième essai

Les fruits ont été cueillis à l'époque normale, c'est-à-dire à une date plus éloignée des traitements. Les analyses ont été faites le 13 octobre 1932.

Nombre de traitements	Date du dernier traitement	Arsenic métalloïdique évalué en milligrammes par 100 gr. de fruits
I — 4	22 Juin	0,019
II — 5	5 Juillet	0,041
III — 6	5 Août	0,103

B. — Essais d'Argenteuil

Premier essai

Sur Poiriers *Passe-Crassanne*.

Les échantillons ont été prélevés à l'époque normale de la cueillette et analysés le 29 octobre 1932.

Ils étaient composés de deux poires pesant de 500 à 600 gr.

Nombre de traitements	Date du dernier traitement	Arsenic métalloïdique évalué en milligrammes par 100 gr. de fruits
I — 3	5 Juillet	0,062
II — 5	5 Août	0,126

Deuxième essai

Il a porté sur des variétés diverses ayant reçu plusieurs traitements dont le dernier, sur chaque variété, a eu lieu le 8 août.

Nom de la variété	Arsenic métalloïdique évalué en milligrammes par 100 gr. de fruits
Doyenné d'Alençon	0,026
Belle des Arbres.....	0,030
Comtesse de Paris.....	0,053
Doyenné du Comice.....	0,039
Curé	0,040
Mélange dont une *Passe-Crassanne*	0,071
Mélange de 11 variétés.....	0,098

Il résulte de ces nombreux essais que la dose la plus élevée d'arsenic métalloïque trouvée sur les poires a été

0 milligramme 4 par 100 gr. de fruit, soit 4 milligrammes par kilog. de fruit. On avait, dans ce cas, fait 8 traitements, dont le dernier avait été effectué le 5 août.

Nous laissons à plus compétent que nous le soin de conclure, mais nous croyons pouvoir mentionner cependant :

1° Que les sels arsenicaux employés sont des arséniates de plomb insolubles;

2° Que l'on a pour habitude, bonne ou mauvaise, de peler les poires;

3° Que les fruits que nous recevons de l'étranger ont été protégés au moyen de sels d'arsenic contre les méfaits des insectes. Certains il est vrai ont été lavés en vue de la vente. Rien ne s'opposerait à ce qu'il en fût ainsi en France.

4° Il ne nous a jamais été signalé, en Seine-et-Oise, où l'emploi des composés d'arsenic est assez répandu, qu'il y ait eu des acidents plus ou moins graves à déplorer.

M. Blanchard.

Expériences de poudrage en grande culture dans le Limousin; dangers que présente l'entraînement par le vent des poudres arsenicales

par M. RAUCOURT et R. DUPOUX

Les essais de traitement des champs de Pomme de terre au moyen de poudres insecticides se poursuivent depuis plusieurs années dans certaines régions envahies par le Doryphore, notamment dans le Limousin. Ce procédé, qui présente des avantages sur les pulvérisations liquides, a l'inconvénient de provoquer la dispersion dans l'atmosphère d'une partie du produit utilisé. Il se forme, en effet, au cours du poudrage, un nuage plus ou moins volumineux que le vent entraîne hors du champ traité; ce nuage diffuse peu à peu dans l'atmosphère et finalement disparaît à la vue : les particules entraînées se sont déposées sur les terrains situés sous le vent de la parcelle traitée.

On s'est demandé si les produits toxiques, arsenicaux notamment, venant ainsi saupoudrer des cultures auxquelles ils n'étaient pas destinés, ne sont pas en quantité suffisante pour causer des dégâts aux plantes et surtout pour faire courir un risque d'intoxication à l'homme ou aux animaux qui consommeraient ces plantes.

Pour répondre à cette question, nous avons procédé à une série d'expériences au cours d'essais de poudrages effectués en juillet-août dans la Haute-Vienne (1). Ces essais faisaient eux-mêmes partie de l'ensemble des recherches entreprises sur le Doryphore sous la direction de MM. Feytaud et Trouvelot.

(1) Voir *Bulletin Agricole*, mai 1933.

Technique des expériences

Les essais ont porté sur 9 poudres à base d'arséniate diplombique ou tricalcique, certaines contenant en outre des sels de cuivre. La répartition se faisait au moyen d'une poudreuse à grand travail.

Celle-ci se composait d'un châssis monté sur roues à écartement variable et portant : une trémie susceptible de contenir 50 kgs de poudre; un moteur de 3 CV. environ; un ventilateur; des orifices de sortie constitués par 8 tubes se déplaçant chacun entre deux rangs de Pomme de terre et pouvant traiter deux demi-rangs à la fois, soit un total de 8 rangs par passage. Ces orifices étaient réglés à une hauteur de 25 cm. au-dessus du sol, les pieds de Pomme de terre atteignant 50 à 60 cm.; le débit de l'air était en moyenne de 120 l. par seconde.

Les doses de poudre employées ont varié de 15 à 45 kgs à l'ha; les parcelles traitées étant de superficie assez peu variable et voisine de 30 ares, le poids de poudre utilisé a été dans la plupart des cas fixé uniformément à 10 kgs.

Les quantités de poudre déposées sur le sol sont évaluées de la façon suivante : on se sert de feuilles de papier glycériné, de surface connue (620 cm^2), qu'on fixe sur des planchettes de même dimensions. Avant le poudrage, on dispose ces planchettes à une certaine distance de la limite du champ traité, cette distance étant mesurée suivant une ligne parallèle à la direction du vent. La plupart des papiers sont disposés horizontalement sur le sol, ou à quelques décimètres au-dessus, de manière à échapper aux remous causés par la végétation herbacée. On a essayé d'évaluer la densité des nuages en se servant des mêmes feuilles de papier, placées verticalement, à 2 m. environ de hauteur, dans un plan perpendiculaire à la direction du vent.

Les papiers sont recueillis à la fin du poudrage. On détermine la teneur en arsenic dans l'ensemble de la feuille, après destruction de la matière organique. On attaque au matras par 30 cm^3 de SO^4H^2 concentré, addi-

TABLEAU 1

Poudres :	H 28	J 5	J 18
Finesse .... .. Refus au tamis de 200	14,9 %	2,8 %	28,7 %
Finesse .... .. Particules > 20 μ	60,0 %	80,3 %	67,4 %
Densité apparente	0,485	0,336	0,750
Coefficient de dispersion dans l'atmosphère (1)	19	43	9
Nature du produit actif	Arséniate tricalcique.	Arséniate diplombique, hydroxyde de Cu.	Arséniate diplombique, hydroxyde de Cu.
Nature du support	Kaolin.	Kaolin.	Plâtre, Kaolin.
Teneur en As	13.3 %	11,4 %	12,9 %

(1) Le coefficient de dispersion dans l'atmosphère est donné par un essai de laboratoire effectué dans des conditions conventionnelles. Il exprime le pourcentage de poudre qui, entraînée par un courant d'air déterminé, ne se dépose qu'au-delà d'une certaine distance.

tionnés de 1 gr. de sulfate de cuivre. Après destruction de la matière, on dose l'As sur une partie aliquote du liquide acide. Nots avons employé une modification de la méthode de SANGER permettant d'évaluer quantitativement jusqu'à 5 γ d'As.

Pendant la durée du poudrage, on mesure la vitesse du vent, la température, l'état hygrométrique de l'air.

Résultats

Nous donnerons, à titre d'exemple, le détail de quelques-unes des expériences réalisées. Elles se rapportent aux poudres H 28, J 5 et J 18 dont les principales caractéristiques sont indiquées dans le tableau I.

L'examen des tableaux 2, 3, et 4 montre que, lorsque plusieurs prélèvements ont été faits à la même distance du champ traité, les chiffres trouvés sont assez semblables. Cette constatation nous a permis de calculer, dans ce cas, la moyenne des résultats obtenus ce qui diminue d'ailleurs les erreurs d'expérience. C'est cette moyenne que nous indiquons dans le tableau récapitulatif 5.

TABLEAU 2

Expérience 2 : Poudre H 28

Dose à l'Ha ..... 35 kg.
Quantité de poudre employée ..... 10 kg.

Conditions atmosphériques :
Vitesse du vent : 1 m. 15 par sec.
Température : 15°.
Etat hygrométrique : 69,2.
Insolation : ciel nuageux.

N° du papier	Distance du champ	Position du papier	Arsenic (As) par m²	Produit H 28 par m²
2	30 m.	Horizontal.	1 mg. 48	12 mg. 0
3	30 m.	»	1 mg. 90	15 mg. 4
4	30 m.	»	2 mg. 08	16 mg. 9
5	130 m.	»	0 mg. 19	1 mg. 5
6	130 m.	»	0 mg. 19	1 mg. 5
1	10 m.	Vertical.	1 mg. 40	11 mg. 3

Tableau 3

Expérience 6 : Poudre J 5

Dose à l'Ha ..... 15 kg.

Quantité de poudre employée ..... 10 kg.

Conditions atmosphériques :
Vitesse du vent : 1 m. 70 par sec.
Température : 17°5.
Etat hygrométrique : 75,6.
Insolation : Ciel nuageux.

N° du papier	Distance du champ	Position du papier	Arsenic (As) par m²	Produit J 5 par m²
2	5 m.	Horizontal	1 mg. 48	13 mg. 0
6	5 m.	»	1 mg. 48	13 mg. 0
3	15 m.	»	1 mg. 30	11 mg. 3
1	20 m.	»	0 mg. 64	5 mg. 6
4	30 m.	»	0 mg. 08	0 mg. 7
5	15 m.	Vertical.	1 mg. 12	10 mg. 0

Tableau 4

Expérience 9 : Poudre J 18

Dose à l'Ha ..... 37 kg.

Quantité de poudre employée ..... 10 kg.

Conditions atmosphériques :
Vitesse du vent : 1 m. 05 par sec.
Température : 18°.
Etat hygrométrique : 71,3.
Insolation : Ciel légèrement nuageux.

N° du papier	Distance du champ	Position du papier	Arsenic (As) par m²	Produit H 15 par m²
1	6 m.	Horizontal	2 mg. 77	24 mg. 3
2	6 m.	»	2 mg. 37	20 mg. 8
3	6 m.	»	2 mg. 63	23 mg. 1
4	45 m.	»	0 mg. 22	1 mg. 9
6	65 m.	»	0 mg. 14	1 mg. 2
5	80 m.	Vertical.	0	0

Tableau 5

Quantités d'As déposées par m² de sol (en mg.)

N° de l'expérience	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N° du produit	J 9	H 28	H. 15	H. 26	J. 14	J. 5	J. 19	H. 16	J. 18
Dose à l'hectare	26 kg.	35 kg.	32 kg.	24 kg.	28 kg.	15 kg.	43 kg.	45 kg.	37 kg.
Vitesse du vent	0 m. 40	1 m. 15	1 m. 50	1 m. 35	0 m. 57	1 m. 70	1 m. 0	2 m. 40	1 m. 05
Distance du champ	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
5-6 m.	.....	.....	7,80	3,45	.....	1,48	.....	21,8	2,59
10 m.	1,63	.....	.....	.....	0,82	.....	.....	.....	.....
15 m.	.....	.....	.....	.....	.....	1,30	3,10	.....	.....
20 m.	.....	.....	.....	.....	.....	0,64	.....	.....	.....
30 m.	.....	1,82	.....	.....	.....	0,11	.....	.....	.....
40-45 m.	.....	.....	1,44	.....	0,15	.....	.....	.....	0,22
55-60 m.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,36	.....	.....
75-80 m.	0,28	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,14
100 m.	.....	.....	.....	0,35	.....	.....	.....	.....	.....
120-130 m.	.....	0,19	.....	.....	.....	.....	.....	0,84	.....

Les conditions atmosphériques, sauf la vitesse du vent, ont peu varié d'une expérience à l'autre et on peut les considérer comme constantes :

Température ..... de 15 à 18°
Etat hygrométrique ... de 69 à 76°
Ciel toujours couvert.

Remarquons que, dans les expériences 2 et 7, les papiers étaient placés à peu de distance d'une ligne d'arbres, circonstance pouvant favoriser la formation de remous dans l'atmosphère et une sédimentation plus intense des poussière toxiques. Ce fait ne semble pas s'être produit.

Au lieu de calculer la quantité totale de produit à laquelle correspondent ces chiffres, il nous paraît plus intéressant de les exprimer en arséniate, diplombique ou tricalcique (1); nous donnerons également, s'il y a lieu, les quantités de cuivre et de plomb. Le cuivre existe le plus souvent sous forme d'un sel mélangé à l'arséniate; notre calcul n'est alors légitime que si les constituants de la poudre ne se séparent pas au cours du poudrage : plusieurs expériences nous ont indiqué qu'il n'y a en effet aucune séparation notable. Quant aux matières inertes qui forment le tiers ou les deux tiers des poudres, elles ne jouent naturellement aucun rôle dans la toxicité à l'égard des animaux supérieurs.

Papiers verticaux

Voici les résultats donnés par les papiers glacés verticalement; nous les exprimons également en mg d'As par m^2, et nous les rapprochons des chiffres fournis par les papiers horizontaux situés à la même distance ou à une distance peu différente.

(1) La composition de l'arséniate tricalcique est assez variable suivant les fabrications; nous avons adopté, pour la teneur en As, le chiffre moyen de 30 %.

Tableau 6

Principes actifs déposés par m² de sol (en mg.)

N° de l'expérience	1		2	3	4	5		6			7		8	9		
N° du produit	J 9		H 28	H 15	H 26	J 14 (1)		J 5			J 19		H 16	J 18		
Arséniate de	Ca		Ca	Ca	Ca			Pb			Ca		Ca	Pb		
Teneur en As	8,1 %		12,3 %	13,3 %	11,4 %	2,2 %		11,4 %			10,7 %		13,0 %	11,4 %		
Teneur en Cu	12 %					2,5 %		8,0 %			3,5 %			8,0 %		
Distance du champ	Arséniate	Cu	Arséniate	Arséniate	Arséniate	Arséniate	Cu	Arséniate	Cu	Pb	Arséniate	Cu	Arséniate	Arséniate	Cu	Pb
5-6 m.	.....	.....	.....	16,0	11,5	....	.....	6,8	1,0	4,0	....	.....	72,6	12,0	1,8	7,1
10 m.	5,4	2,4	.....	.....	.....	2,0	0,9	.....	.....	....	....	....	.....	.....	....	....
15 m.	.....	.....	.....	.....	.....	....	....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	....	.....	.....
20 m.	....	....	.....	.....	.....	.....	.....	6,0	0,9	3,6	10,3	1,0	.....	.....	....	....
30 m.	.....	....	6,0	.....	.....	.....	....	3,0	0,5	1,7	.....	....	.....	....	....	....
40-45 m.	.....	....	.....	4,8	.....	0,4	0,2	0,5	0,1	0,3	....	....	.....	1,0	0,16	0,6
55-60 m.	....	.....	.....	.....	.....	....	....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	....	....	....
75-80 m.	1,0	0,4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1,2	0,1	.....	0,6	0,1	0,4
100 m.	....	....	.....	.....	1,2	.....	.....	.....	.....	....	.....	....	.....	.....	....	....
120-130 m.	.....	.....	0,6	.....	....	.....	.....	.....	....	....	.....	.....	2,8	.....	....	....

(1) Le produit J 14 est à base d'arsénite de cuivre.

TABLEAU 7

Quantités d'arsenic recueillies sur les papiers verticaux
(en mg. par m²)

N° d'expérience	N° du produit	Papiers verticaux		Papiers horizontaux	
		Distance	As au m²	Distance	As au m²
1	J 9	30 m.	0 mg. 27	10 m.	1 mg. 63
2	H 28	10 m.	1 mg. 40	30 m.	1 mg. 82
3	H 15	40 m.	0 mg. 25	40 m.	1 mg. 44
5	J 14	30 m.	0 mg. 65	40 m.	0 mg. 15
6	J 5	15 m.	1 mg. 12	15 m.	0 mg. 35
7	J 19	55 m.	traces	55 m.	1 mg. 30
8	H 16	120 m.	0 mg. 35	120 m.	0 mg. 84
9	J 18	80 m.	0	75 m.	0 mg. 14

Les chiffres sont en général plus faibles pour les papiers verticaux. Les objets situés à une certaine hauteur ne risquent donc pas de recueillir plus de poison que le sol lui-même.

Conclusions

Nous voyons que le chiffre le plus fort que nous ayons obtenu est de 22 mg d'As par m². Il a été trouvé à proximité immédiate du champ traité, dans une expérience faite par un vent excessif de 2 m. 40 par seconde, alors que la pratique recommande de ne pas traiter par vent dépassant 1 m. par seconde. Toutes les autres expériences ne donnent que des chiffres inférieurs à 8 mg.

On peut admettre que les poudrages effectués par vents normaux ne donnent pas, au voisinage des parcelles traitées, de dépôts d'arsenic supérieurs à 10 mg par m².

Comparons maintenant ces chiffres à ceux des doses dangereuses.

Végétaux. — Le chiffre admis ci-dessus représente 1 μ d'As par cm² de surface; or les feuilles de Pomme de

terre en reçoivent couramment 10 et 20 fois plus sans présenter la moindre brûlure.

Animaux. — D'après Reeves [1], rapportant les travaux de Gardiner, les chevaux et les bovins peuvent absorber de 1 g 5 à 2 g 5 d'arsenic par jour sans présenter aucun indice de maladie. La dose mortelle serait de 20 g. Ce chiffre est confirmé par Willberg [3].

Ces recherches ont été faites avec de l'anhydride arsénieux ou de l'arsénite de soude; il n'est pas prouvé que les arséniates insolubles soient aussi toxiques. Même s'il en était ainsi, les chiffres dangereux resteraient inférieurs à ce que peut consommer un animal venant de pâturer au contact même du champ de Pomme de terre, et aussitôt le poudrage.

L'absorption d'arséniates, même renouvelée chaque jour, ne devient dangereuse que pour des doses importantes :

Des poulets ont consommé 850 mg d'arséniate de plomb par jour pendant 60 jours, sans présenter le moindre trouble [2].

Il en est de même pour des vaches laitières qui furent nourries pendant une longue période avec du foin contenant 40 mg d'As par kg [1].

En ce qui concerne l'homme, il est difficile de citer un chiffre de toxicité des arséniates insolubles. Il nous suffira de remarquer que les seuls aliments susceptibles d'être consommés sans lavage, après poudrages accidentels, sont les fruits. Combien d'arsenic peuvent-ils retenir ? Si nous les comparons aux papiers verticaux qui, nous l'avons vu, fixent en général moins de poudre que les papiers horizontaux, nous pouvons faire le calcul suivant en prenant pour base une pomme de 100 cm^3, pesant 85 g. et considérée comme sphérique : sa plus grande section étant 26 cm^2, il s'y déposera 26 μ d'As, soit environ 0 mg 3 par kg de fruits. Or, en Angleterre, on tolère, pour les fruits importés d'Amérique et traités aux

arsenicaux, une dose d'As restant de 1 mg 082 par kg. (0,01 grain d'$As^2 O^3$ par livre).

Le rapprochement de ces différents chiffres nous permet de considérer comme insignifiants les risques d'empoisonnement dûs aux produits toxiques déposés en dehors des champs traités.

Le cas particulier des abeilles appelle cependant une réserve. Elles doivent être aussi sensibles que les autres insectes à des doses très faibles d'arsenic, et cette question mériterait d'être examinée de plus près.

Mais, en ce qui concerne le bétail et les volailles, les résultats de cette première série d'expériences répondent à une des principales objections faites à la pratique des poudrages. Il semble bien que les poudres insecticides, utilisées par vent suffisamment faible, et avec les précautions élémentaires qu'exige toute manipulation de poisons, ne constituent pas un danger appréciable du fait de leur entraînement partiel dans l'atmosphère.

BIBLIOGRAPHIE

1. Reeves. — The arsenical poisoning in the livestock. (*J. Economic Entom.*, 1925, 18, 83-89).

2. E. Thomas et A. Shealy. — Lead arsenate poisoning in chickens. (*J. Agric. Research*, 1932, 45, 317).

3. M. Willberg. (*Bioch. Zeitschrift*, 1913, 231, cité par W. Trappmann, Schädlingsbekampfung, Leipzig, 1927).

SÉANCE DU 5 MAI 1933

Présidence de M. Fron, *Président.*

SOMMAIRE

Admissions, p. 171. — *Communications:* 1° E. Foex et E. Rossella: Quelques observations sur le Piétin des céréales, p. 172. — 2° G. Arnaud et Mlle M. Gaudineau: Le traitement de la Carie du Blé (1930-31 et 1931-32), p. 188.

Admissions : M. Praviel, Préparateur de Zoologie à l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris.

R. Portères, Ingénieur agricole et d'Agronomie coloniale, adjoint au chef du service de l'Agriculture de la Côte-d'Ivoire.

Dr Ing. Ottokar Heinisch, Kvasice, Moravie, Tchécoslovaquie.

Quelques observations sur le Piétin des céréales

par E. FOEX et E. ROSELLA

Les maladies des céréales connues sous le nom de Piétin peuvent être provoquées par différents organismes parmi lesquels : *Ophiobolus graminis* Sacc., *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc., *Leptosphaeria herpotrichoïdes* de Not., *Wojnowicia graminis* (Mac Alpine) Sacc. et D. Sacc. et *Cercosporella herpotrichoïdes* Fron, ont retenu plus particulièrement notre attention depuis 1928.

Des recherches antérieures (1) avaient montré que ces divers champignons étaient susceptibles de parasiter les céréales. Mais, dans les conditions qui ont été réalisées depuis 1928 à Versailles et dans la région parisienne, *Ophiobolus graminis* et *Cercosporella herpotrichoïdes*, et, dans une certaine mesure, *Wojnowicia graminis* ont seuls déterminé des dégâts importants. Il n'en faut pas conclure cependant à l'inocuité complète de *Leptosphaeria herpotrichoïdes* et d'*Ophiobolus herpotrichus*, qui, dans certaines conditions, sont sans doute capables de parasiter le pied des céréales. En effet, sous l'action des facteurs du milieu, l'activité pathogène de ces champignons subit d'assez grandes variations. Ainsi, par exemple, dans nos essais d'infection, *Ophiobolus herpotrichus*, qui, en 1930-31, n'a fourni que de faibles attaques, s'est, au point de vue de son activité parasitaire, classé, en 1931-32, immédiatement après *Cercosporella herpotrichoïdes*.

Par ailleurs, l'exemple d'*Ophiobolus graminis*, dont

(1) Foex et Rosella : Recherches sur le Piétin (*Annales des Epiphyties*, T. 16, pp. 51 à 82, 10 planches, mars-avril 1930).

nous possédons des souches de différentes provenances, de virulence inégale, doit nous inciter à une très grande prudence dans l'évaluation de l'activité pathogène des différents champignons. En culture, la virulence de ces organismes est d'ailleurs susceptible de s'atténuer. Si on ne saurait donc nier à priori que tel ou tel champignon soit susceptible de déterminer un certain Piétin, il convient cependant de souligner à nouveau que, dans la région parisienne, de 1928 à 1932, nous n'avons isolé des céréales malades que les trois champignons suivants : *Cercosporella herpotrichoïdes*, *Ophiobolus graminis* et *Wojnowicia graminis*.

Leptosphaeria herpotrichoïdes et *Ophiobolus herpotrichus* n'ont été cultivés qu'à partir des périthèces récoltés sur des éteules ayant passé l'hiver dans les champs.

Ophiobolus graminis est l'agent d'un *Piétin*. Echaudage accompagné du brunissement du système radiculaire.

Cercosporella herpotrichoïdes, par contre, reste localisé sur les gaines et la base des chaumes, où il provoque l'apparition de taches ocellées.

Selon le degré et la précocité de l'attaque dont la tige est l'objet de la part du parasite, celui-ci détermine la destruction des plantes, l'échaudage ou la verse.

Ces trois formes d'accident coexistent généralement dans le même champ; leur proportion relative varie d'ailleurs suivant les années, les régions et les conditions particulières de culture.

Le plus souvent simple parasite de faiblesse, *Wojnowicia graminis* accompagne généralement *Cercosporella herpotrichoïdes* et *Ophiobolus graminis*. Des observations faites sur des céréales provenant de la Côte d'Or, du Sud-Ouest et du Maroc démontrent cependant que *Wojnowicia graminis* est capable d'envahir, dans certaines conditions, les plantes saines, dont il provoque la verse et, plus souvent encore, l'échaudage.

Plus diffuses que celles de *Cercosporella herpotrichoïdes*, avec lesquelles on pourrait les confondre à première vue, les lésions à *Wojnowicia graminis* ne sont pas loca-

lisées uniquement sur les gaines et la base des chaumes, le champignon se rencontre en effet dans les racines, où il ne provoque cependant pas le brunissement intense de ces organes que détermine généralement *Ophiobolus graminis*.

***

Entre tous les champignons du Piétin que nous avons étudiés, *Ophiobolus graminis* s'est révélé le plus violent des parasites.

Par exemple, dans la région parisienne, où nous l'avons rencontré, où sa présence ne se manifeste guère cependant qu'à partir du printemps, il entraîne la mort des jeunes talles et l'échaudage total des plantes parfois bien avant l'épiaison. Or, contrairement à ce que pourrait laisser supposer une attaque qui évolue plus lentement, *Cercosporella herpotrichoïdes* est beaucoup plus à craindre qu'*Ophiobolus graminis*.

Il débute souvent dès l'automne, son développement se poursuit pendant les hivers doux et humides, les conidies qu'il émet en abondance assurent sa dispersion. Sans doute est-ce pourquoi ses effets sont plus redoutables que ceux exercés par *Ophiobolus graminis*.

Aussi avons-nous cru devoir nous attacher d'une manière toute particulière à l'étude du *Cercosporella herpotrichoïdes*.

But des essais entrepris à Versailles sur le Piétin à *Cercosporella herpotrichoïdes* Fron

Les essais entrepris à Versailles en 1930-31 et 1931-32 sur le Piétin à *Cercosporella herpotrichoïdes* ont visé à préciser les conditions de développement de cette maladie, tant au point de vue scientifique que dans le but d'en tirer parti dans la lutte contre le parasite responsable.

Nous nous sommes plus particulièrement préoccupés de noter les dates d'apparition, la marche et la gravité du Piétin dans des semis à différentes époques, en rela-

tion avec le développement des plantes et les conditions climatériques.

Nous avons également tenté de dégager l'action qu'exercent, sur l'intensité du Piétin, la profondeur, l'écartement des semis et les traitements à l'acide sulfurique.

Ces essais ont été conduits dans des parcelles ayant 2 m. 50 de long sur 1 m. 50 de large.

Nous nous sommes efforcés de suivre mois par mois l'époque d'apparition et le développement du Piétin dans les différents semis, en prélevant les plantes sur une ligne sacrifiée à l'avance et en comptant le nombre de pieds restants dans les parcelles.

L'ubiquité du *Cercosporella herpotrichoïdes* et les facilités de dispersion de ce champignon sont telles que les contaminations naturelles atteignent trop souvent les témoins. Aussi, afin d'obtenir des différences accentuées entre ceux-ci et les parcelles ayant reçu un apport infectieux, avons-nous, à partir de 1930-31, fourni ce dernier sous forme massive.

En 1931-32, nous avons en outre effectué un comptage à différentes époques et à divers stades de végétation, ce qui nous permit de relever dans chaque parcelle, de façon précise, la proportion de plantes détruites par le Piétin et de compléter ainsi, en en changeant parfois le sens, les indications données par le pourcentage de talles atteintes par le Piétin au moment de la récolte.

Notions générales sur l'évolution des lésions déterminées par *Cercosporella herpotrichoïdes*

Les lésions à *Cercosporella herpotrichoïdes* sont susceptibles d'apparaître très tôt, dès que le coléoptile commence à se flétrir. L'infection a très souvent lieu à partir de cet organe et se propage ensuite à la première gaine, qui, d'ailleurs, peut, tout aussi bien, être directement infectée.

Sur la première gaine, où il reste cantonné pendant un temps très variable, *Cercosporella herpotrichoïdes* pro-

voque des lésions ocellées très caractéristiques qui s'approfondissent plus ou moins rapidement, parfois même jusqu'à la tige.

Dans un même champ, la maladie se développe de façon inégale. Les plantes faibles, celles qui ont été semées trop profondément, semblent plus facilement attaquées. Les talles secondaires, qui, chez les semis d'automne, sont moins vigoureuses que ne l'est la tige principale, sont parfois plus rapidement envahies que celle-ci. Par contre, leur sortie peut avoir coïncidé avec une période peu favorable au développement du *Cercosporella herpotrichoïdes*. En fin de compte, on trouve des plantes dont les talles secondaires sont très atteintes, ou au contraire à peu près indemnes, et sur un même pied de Blé coexistent des altérations de gravité très différente.

On conçoit, dans ces conditions, combien il est difficile de fixer la date du passage du Piétin de la gaine à la tige, tout au moins pour les semis d'automne précoces, les plus atteints par *Cercosporella herpotrichoïdes*.

Epoque d'apparition et gravité du Piétin dans les semis à différentes époques

Au point de vue des dates d'apparition du Piétin, les années 1929-30 et 1930-31 ont été fort comparables et, malgré ses caractéristiques météorologiques assez particulières, 1931-1932 ne se différencie guère, à cet égard, des campagnes précédentes.

En 1929-30 et 1930-31, le Piétin apparut : à l'automne et avant l'hiver pour les semis antérieurs au 1er novembre; courant janvier dans le semis du 1er novembre; courant février dans le semis du 15 novembre; première quinzaine de mars dans le semis du 1er décembre; fin mars dans les semis des 15 décembre, 1er et 15 janvier; début avril dans les semis des 1er et 15 février; début mai dans les semis des 1er et 15 mars; fin mai, courant juin dans les semis des 1er et 15 avril.

Comme nous l'avons dit plus haut, 1931-32 ne se distingue guère des autres années au point de vue de l'apparition du Piétin. On doit signaler seulement un décalage important dans les semis postérieurs au 1er novembre qui, par suite de la sécheresse exceptionnelle des mois de février et mars, ne furent atteints qu'à partir d'avril.

Il ressort donc nettement que, contrairement à ce qu'on a cru très longtemps, le Piétin apparaît très tôt dans les semis; bien que souvent déjà importants, les dégâts dé-

DATES D'APPARITION DU PIETIN

	en 1930-31	en 1931-32
1er octobre	15 novembre. les plantes ont 3 feuilles.	12 novembre. 2 feuilles, 3e se déroule.
15 octobre	fin novembre.	
1er novembre ..	courant janvier.	courant décembre, les plantes ont 1-2 feuilles, 3e se déroule.
15 novembre ..	fin janvier-février.	
1er décembre ..	1re quinzaine de mars.	courant avril, 3 feuilles.
15 décembre ..	courant mars, 1 feuille, 2e se déroule.	
1er janvier ...	fin mars, 1 feuille.	fin avril, début de montée.
15 janvier ...	fin mars-avril.	
1er février	début avril, 1-2 feuilles.	fin mai (2e quinzaine).
15 février	courant avril, 1 feuille, 2e se déroule.	
1er mars	fin avril.	fin mai, courant juin.
15 mars	début mai.	
1er avril	fin mai-juin.	fin mai, courant juin.

terminés par le *Cercosporella herpotrichoïdes* échappent alors au cultivateur.

Concernant la gravité du Piétin dans les parcelles semées à différentes époques (1), les tableaux relatifs aux pourcentages d'attaque relevés au moment de la récolte semblent révéler une fois de plus la faiblesse des dégâts subis par les semis de printemps. Mais il en est autrement si l'on tient compte de la proportion de plantes détruites. Il est vrai que la disparition de celles-ci a pu permettre aux pieds voisins de taller et de végéter plus vigoureusement, compensant ainsi parfois les pertes subies. Il n'en faut pas moins tenir compte de cette destruction. Finalement, voici quels ont été les dégâts dans les différents semis infectés à l'aide de cultures pures de *Cercosporella herpotrichoïdes*, sur chaumes, en 1930-31 et 1931-32 :

ECHELLE DES DEGATS EN 1930-31

Dégâts évalués d'après	15 octobre	13 novembre	23 décembre	25 février
la somme des talles tuées et des talles malades	98,6	91,1	78	82
la somme des talles tuées, des talles versées et des talles échaudées	78,8	36,1	42,5	55,3
le nombre de talles tuées	77,6	31,8	31,8	27,4

(1) Nous ne parlerons pas ici du développement du Piétin pendant les campagnes 1930-31 et 1931-32, question sur laquelle nous nous proposons de revenir.

ECHELLE DES DEGATS EN 1931-32

Dégâts évalués d'après	1er octobre	1er novembre	1er décembre	1er janvier
la somme des plantes tuées et des plantes malades ..	100	92,53	66	95,35
la somme des plantes tuées, des plantes versées et des plantes échaudées	89	67	21,4	78
le nombre de plantes tuées	46,4	56,4	21,4	77,8

En tenant compte du nombre de plantes ou de talles détruites, on voit donc que les semis de printemps ne sont nullement à l'abri des attaques de Piétin. Sous forme de destruction et d'échaudage, ils paient même parfois un assez lourd tribut à cette maladie, tandis que les semis tardifs d'arrière-saison, qui ont pu échapper aux infections d'automne, paraissent être généralement moins accessibles aux infections de printemps.

La lecture des deux tableaux ci-dessus ne permet pas de comparer les campagnes 1930-31 et 1931-32 au point de vue du Piétin. En effet, il s'agit de talles dans le premier cas et de plantes dans le second. En réalité, et nous reviendrons plus tard là-dessus, les dégâts dus au Piétin ont été généralement plus graves en 1930-31 qu'en 1931-32.

Quoiqu'il en soit, dans nos essais, a été vérifiée cette règle bien connue et qui souffre peu d'exceptions, d'après laquelle, parmi les semis d'automne, les plus précoces sont les plus exposés au Piétin.

Avec un Blé « alternatif », tel que le *Bon Fermier*, dans les conditions particulières où nous nous trouvions en 1930-31, le sol étant fortement infecté, les semis d'autom-

ne tardifs ont, non seulement donné un rendement supérieur à ceux du 1er octobre ravagés par le Piétin, mais encore à ceux de printemps, témoins ou infectés.

L'expérience mériterait d'être reprise dans différentes conditions de milieu et avec des variétés plus précoces.

Influence de la profondeur du semis sur la gravité du Piétin

Ayant remarqué que les plantes semées trop profondément étaient en général les premières atteintes, nous avons, en 1931-32, entrepris des essais dans le but de mesurer l'influence de la profondeur du semis sur la gravité du Piétin.

Les semis ont été effectués à 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 centimètres.

L'apport de matériel infectieux eut lieu au moment du semis, à l'aide de cultures pures de *Cercosporella herpotrichoïdes* sur chaumes. Les témoins reçurent une quantité égale de chaume stérilisé à l'autoclave.

Conformément à ce qui avait déjà été observé par M. Friedberg (1), la sortie a été visiblement plus lente dans les semis profonds.

Par suite de l'importance des dégâts dûs aux Taupins, il est difficile de chiffrer exactement l'influence de la profondeur sur le pourcentage de germination. Le tableau ci-dessous semble cependant indiquer, indépendamment de l'action du Piétin, une différence sensible entre les différentes parcelles :

	Parcelles infectées	Parcelles témoins
Semis de 1 à 5 cm.	77 plantes	72 plantes
6 à 10 cm.	53	59

(1) Friedberg (R.). — Relation entre la profondeur du nœud de tallage et la résistance au froid (*Annales Agronomiques*, mars-avril 1932).

La profondeur a beaucoup influé sur l'aspect des plantes. Dès le début, le feuillage des Blés semés assez superficiellement s'étalait sur le sol. Par contre, chez les semis profonds, le port était nettement plus érigé, les feuilles paraissaient moins larges.

Cette différence d'aspect était encore visible en fin février 1932, époque où nous avons noté également une vigueur et un tallage moindre, dans les semis profonds. A ce sujet, le nombre de talles secondaires relevé en fin février a été le suivant :

Semis à	1 cm.	1,7
	2	1,2
	3	1,3
	4	0,65
	5	0,58
	6	0,20
	7	0
	8	0
	10	0

L'influence de la profondeur du semis sur la faculté et l'énergie germinative et sur la vigueur des plantes apparaissait donc nettement vers la fin de l'hiver.

Plus tard, cette action a été masquée ou neutralisée en partie par d'autres facteurs, mais, à la lumière de ce que nous avions déjà observé les années précédentes, on pouvait prévoir à l'avance que le Piétin sévirait plus gravement dans les semis profonds.

Le *Cercosporella herpotrichoïdes* n'a pas été constaté avant la première quinzaine de janvier. En fin février, l'attaque portait seulement sur la première et deuxième gaine, la destruction des plantes au cours du printemps n'en a pas moins été importante.

Bien que les Taupins soient venus troubler les essais, la diminution plus grande de l'effectif des plantes dans les semis profonds infectés est due sans conteste à la gravité particulière du Piétin dans ces parcelles.

C'est ce qu'ont confirmé d'ailleurs les chiffres relatifs aux pourcentages de talles atteints par le Piétin relevés au moment de la récolte.

Pourcentage d'infection

Moyenne aux profondeurs de	Parcelles expérimentalement infectées	Parcelles témoins
1 à 4 cm.	58,6 %	33 %
5 à 8 cm.	75,9 %	57,8 %

En ce qui concerne les témoins, la récolte a été sensiblement la même dans les semis de 1 à 4 cm. et ceux de 5 à 8 cm.; par contre, dans les parcelles expérimentalement infectées, le rendement a été moindre dans le second cas que dans le premier.

Le Piétin a donc sévi plus fortement sur les semis profonds que sur les autres.

Influence de l'écartement des lignes

Pendant la campagne 1931-32, nous avons effectué deux séries d'observations, premièrement dans un terrain dit la « Pièce des Ponts », deuxièmement dans des parcelles infectées à l'aide de cultures de *Cercosporella herpotrichoïdes* sur chaumes.

A la Pièce des Ponts, où le Blé était semé en lignes écartées de 15, 22 et 30 cm,, le Piétin, étant une maladie à foyers, n'a pas sévi d'égale façon sur toute la surface du champ.

Par ailleurs, l'évaluation des dégâts n'a pu être faite qu'en fin de récolte en relevant le pourcentage de talles échaudées, versées et lésées.

Les résultats obtenus ont été les suivants :

Semis à 15 cm. ... 77,4 %
Semis à 22 cm. ... 75,4 %
Semis à 30 cm. ... 72,7 %

On ne saurait se baser sur ces chiffres pour conclure, car une parcelle dont des talles auraient été détruites très tôt pourrait apparaître peu endommagée au moment de la récolte, par comparaison avec des cultures atteintes plus tard dont certaines talles échaudent ou versent.

Cette expérience a donc été annulée.

Les résultats obtenus en parcelles ont, par contre, été retenus, bien que les Taupins soient venus contrarier les essais.

Les espacements adoptés furent 15, 20, 25 et 30 cm., avec un nombre constant de grains par ligne.

L'influence de l'écartement semble s'être exercée assez tard et, de l'apparition du Piétin, qui eut lieu dans la deuxième quinzaine de janvier, à la récolte, il n'y eut pas de différences notables entre les divers semis.

A la récolte, nous avons noté un pourcentage de Piétin plus faible dans les semis à 30 cm. que dans les autres.

Voici le tableau que nous avons relevé :

Piétin total (verse, échaudage, lésions)

	Parcelles infectées	Parcelles témoins
Semis à 15 cm.	96,8 %	68 %
Semis à 20 cm.	96,1 %	58,7 %
Semis à 25 cm.	96,9 %	54,5 %
Semis à 30 cm.	73,4 %	57,9 %

Dans ce tableau, les semis à 15, 20 et 25 cm. ne diffèrent pas les uns des autres au point de vue du pourcentage total d'attaque. Mais il n'en est plus de même si on considère la gravité des lésions.

A signaler par exemple que l'échaudage, assez important dans les semis à 15 cm. (9,1 %), est à peu près absent dans les parcelles à 20 et 25 cm.

Il ne semble pas que le Piétin ait beaucoup détruit de plantes, et, conséquence d'une infection assez légère, aggravée d'un éclaircissement important par les Taupins, une différence notable n'est apparue qu'entre les semis à 15, 20 et 25 cm. d'une part, et ceux à 30 cm. d'autre part.

Traitements à l'acide sulfurique

Appliqués sur les semis effectués à diverses époques, les traitements à l'acide sulfurique ont été exécutés le 28 décembre 1931, les 18 février, 21 mars et 25 avril 1932, avec un pourcentage de 9 % en volume d'acide à 60° B, dans le cas de la première pulvérisation, et de 12 % en ce qui concerne les suivantes. Le volume de la pulvérisation a été de 12 hectolitres à l'hectare.

Précédé de jours pluvieux et suivi de pluie, d'un peu de neige et de grésil, 4 heures à peine après la pulvérisation, le premier traitement n'a presque pas réduit le pourcentage de dégâts (destruction, verse, échaudage) et n'a que momentanément freiné le développement du Piétin.

Par contre, le second traitement (18 février), qui succédait à des périodes de grand froid et fut suivi de gelées (—7°8 le 18, —9°8 le 19, —7°4 le 20), a exercé sur les Blés des effets désastreux.

Le troisième traitement n'a exercé dans l'ensemble aucun effet utile, notamment sur les derniers semis.

Il en a été de même pour le quatrième traitement, qui a été inefficace sur les semis du 1er octobre, peu actif sur les semis du 1er novembre, dont il a réduit cependant l'échaudage, et franchement nuisible sur les semis du 1er décembre et du 1er janvier.

Ainsi, des quatre traitements, deux : le premier et le troisième, n'ont aucun effet appréciable, le quatrième a été plutôt nuisible, et le second désastreux.

Comme nous le verrons plus loin, l'action entravante de l'acide vis-à-vis du Piétin n'en existe pas moins, et si les résultats obtenus sont assez peu encourageants, nous avons pu cependant faire quelques observations intéressantes concernant l'action de l'acide sulfurique sur les plantes saines et malades et sur le *Cercosporella herpotrichoïdes*.

a) *Action destructive de l'acide sulfurique sur les céréales.*

Effectué pendant un court dégel, le deuxième traitement (18 février), suivi d'un froid nocturne rigoureux, a provoqué la destruction d'un grand nombre de plantes. Des observations faites dans les parcelles indemnes de maladie ont permis de constater que les plantes ont été d'autant plus éprouvées par le traitement qu'elles avaient été plus tardivement semées.

Le pourcentage de destruction par l'acide a en effet été le suivant :

Semis du 1er octobre (pourvu de 7 feuilles et 3-4 talles) : 38 %.

Semis du 1er novembre (pourvu de 4 feuilles) : 44 %.

Semis du 1er décembre (2e feuille en cornet) : 48 %.

En considérant les céréales malades, on s'aperçoit que la sensibilité des plantes à l'acide sulfurique varie également avec l'état sanitaire.

A ce sujet, pour le semis du 1er octobre, nous avons relevé le tableau suivant :

Date de l'apport du matériel infectieux	Pourcentage d'attaque des gaines avant le traitement	Etat des talles avant le traitement	Pourcentage de destruction par l'acide sulfurique
1er octobre ...	10 % sur 2e et 3e gaine.	certaines talles brunies.	80 %
1er novembre ..	78 % sur 2e et 3e gaine.	15 à 20 % des talles altérées	87 %
1er décembre ..	jaunissement de 1re et 2e gaine.		54 %
1er janvier ...			41 %
1er février			36 %
1er mars			48 %
témoin			38 %

Très vraisemblablement, une plante déjà sérieusement attaquée par *Cercosporella herpotrichoïdes* se trouve affaiblie au point de ne pouvoir se relever après le traitement, ainsi que peut le faire une plante saine. Mais, très souvent, les effets du parasite sont encore trop peu accentués, lorsque la pulvérisation est effectuée, pour que la vigueur du Blé soit notablement affectée.

Sans doute, dans ce cas, la protection assurée par la gaine est-elle souvent réduite au niveau des lésions, si bien que l'acide sulfurique peut atteindre la tige et le collet, organe dont Kunholtz-Lordat a montré la sensibilité. Ainsi s'expliquerait le peu de résistance des plantes dont les gaines seules sont pénétrées par *Cercosporella herpotrichoïdes.*

b) *Action des pulvérisations d'acide sulfurique sur le Piétin.*

Très vraisemblablement, une grande part de l'aissainissement signalé par plusieurs auteurs chez les céréales traitées par l'acide sulfurique doit-elle être attribuée à la destruction de plantes ou de talles malades, mais ce n'est pas le seul mécanisme que cette opération peut faire jouer contre le *Cercosporella herpotrichoïdes.*

Il se peut que les modifications provoquées indiscutablement dans la forme, la tenue, le port du Blé, par les pulvérisations, soient accompagnées d'une résistance différente que nous n'avons pu personnellement mettre en évidence, et qui s'ajoute à l'action corrosive de l'acide sulfurique sur les gaines.

A la suite du premier traitement, l'action entravante exercée sur le Piétin par les pulvérisations a cependant été notée. Il s'agissait de Blés semés aux 1er octobre et 1er novembre, fortement malades et qui fondirent sous l'action du Piétin dans la période comprise entre le début janvier et la fin mars.

Comme le tableau ci-dessous le montre, l'action destructive du Piétin a été nettement freinée dans les semis traités :

Date du semis et de l'apport infectieux	Pourcentage de plantes tuées par le Piétin en parcelles ayant reçu le 1er traitement	Pourcentage de plantes tuées par le Piétin en parcelles non traitées
1er octobre	6 %	12,5 %
1er novembre	26 %	36 %

La pulvérisation a donc manifestement agi sur l'évolution du Piétin qui existait avant que le traitement ne soit appliqué, cependant, même dans ce cas, à la récolte, en considérant le pourcentage de plantes tuées échaudées, versées et lésées, les parcelles traitées et non traitées étaient également ravagées par le Piétin.

Donc, même dans le cas où le traitement agit manifestement, l'action entravante peut être compensée, dans les mois qui suivent, par une attaque plus grave.

Si donc, par le comptage à la récolte des parcelles traitées, on a pu penser tirer une conclusion sur l'état de la maladie au moment du traitement, ce fait montre que nous arriverions ainsi à des résultats plutôt déconcertants.

En effet, l'action exercée par le traitement est, dans certains cas, très faible, voire presque nulle, dans d'autres où, par contre, elle est très énergique, elle peut être suivie d'une recrudescence d'attaque résultant de nouvelles infections et de l'extension des anciennes taches jusqu'ici cantonnées dans les gaines plus ou moins desséchées et qui se réimbibent.

Sauf le cas relativement rare où l'acide sulfurique touche directement le champignon, l'action entravante n'est pas, en effet, définitive; le *Cercosporella herpotrichoïdes* se maintient fort bien au milieu des tissus déshydratés où il reste stationnaire, en attendant une période humide où il végétera de nouveau et émettra une profusion de conidies.

(*Station centrale de Pathologie végétale, I. R. A*).

Le traitement de la Carie du Blé

(1930-31 et 1931-32)

par G. ARNAUD et Mlle M. GAUDINEAU

Les essais dont les résultats vont être exposés sont la continuation de ceux qui ont fait l'objet de notes antérieures [1]; ils correspondent à la troisième et à la quatrième année d'expérimentation. L'étude des traitements anticryptogamiques a été continuée, mais, cette question étant à peu près résolue, une place de plus en plus grande a été donnée à l'examen de la résistance des variétés et aux considérations biologiques (influence de la date du semis, de la dose et de l'origine des spores de Carie). Les semis ont été faits au Centre des Recherches agronomiques de Versailles, dans les conditions qui ont été précédemment exposées; on a surtout utilisé la variété *Bon Fermier*.

Pendant l'hiver 1930-31, les intempéries ont amené la destruction d'une grande partie des Blés semés de la fin de décembre au début de février; par contre, une série très complète de résultats a pu être obtenue en 1931-32, comme le fait s'était déjà produit en 1929-30.

Traitements anticryptogamiques de la semence

En 1930-31, on a limité les essais à une partie des produits qui avaient donné précédemment d'excellents résultats (1). Les chiffres insérés dans le tableau I mon-

(1) *Comptes-Rendus de l'Académie d'Agriculture*, XV, 1929, p. 844 et XVI, 1930, p. 1.029. Des exposés plus détaillés ont été insérés dans : *Annales de la Science Agronomique*, nov.-déc. 1929, janv.-fév. 1930; *Annales Agronomiques*, janv.-fév. 1931 et mars-avril 1932; *Annales des Epiphyties*, XVIII, 1932, p. 340.

(1) La Carie du Blé. *Revue de Path. vég. et d'Ent. Agric.*, T. XVIII, 1931, p. 37.

TABLEAU I

Essais de traitements sur la variété BON FERMIER, 1930-1931

(Trempages et poudrages)

Résumé

Désignation des essais	Pourcentage d'épis cariés						Moyenne des 6 semis	Moyenne des semis I et III
	Semis I 1er octobre	II 15 octobre	III 5 novembre	IX 5 décembre	XIX 3 février	XXIV 3 mars		
a. *Trempages*								
Formol à 0, 25 %	0,04	.....	0	.....	.....	.....	.....	0,02
Lavages et bouillie bordelaise caséinée	0	.....	0	.....	.....	.....	.....	0
Bouillie bordelaise caséinée (sans lavage)	0,04	0	0,45	3,03	0	0,14	0,65	0,23
b. *Poudrages*								
Chlorure cuivreux	0	0,04	0,04	0	0	0	0,02	0,02
Oxychlorure de cuivre	0,13	.....	0,38	.....	0	.....	.....	0,22
c. *Témoin*	13,25	19	36,82	40,76	3,66	7,50	24,56	24,77

trent que la valeur de ces produits s'est affirmée à nouveau. La bouillie bordelaise caséinée a une action qui présente parfois des irrégularités si le produit est employé directement sur le Blé sec, mais, lorsqu'on fait précéder le traitement de lavages à l'eau, l'effet est régulier et excellent. Sous cette réserve, le pourcentage d'épis cariés obtenus avec les meilleurs procédés a varié entre 0 et 0,02 %, tandis que le semis de Blé carié témoin (non traité) présentait 24,77 % de Carie en moyenne (soit de 3,66 à 40,76 % suivant l'époque de semis).

Influence de la date du semis

On savait depuis longtemps que l'intensité de l'infection par la Carie variait avec l'époque du semis; mais les renseignements étaient en général fort vague; nous avons pu constater que, dans nos régions, la proportion de Carie augmente en général dans les semis faits au début de l'automne pour atteindre son maximum, suivant les cas, entre le 15 octobre et le début de décembre; puis l'intensité diminue pour les semis de la période froide; il y a un nouveau maximum, plus faible en général, entre le 15 février et le 1er mars; enfin la maladie diminue chez les Blés semés à la fin de l'hiver (variété *Bon Fermier, Prolifique nain*). En 1930-31, ces variations paraissent s'être produites; cependant, la destruction d'une partie des semis n'a pas permis de recueillir une série complète de chiffres; en 1931-32 (fig. 1), les résultats ont été plus complets, mais l'année a été exceptionnelle en ce sens que le maximum de l'automne a été bien inférieur à celui du printemps (var. *Bon Fermier* et *Florence 135*).

Les variétés dites « de printemps » sont en général considérées comme moins sensibles; cela tient, semble-t-il, plus à l'époque du semis qu'à une résistance réelle.

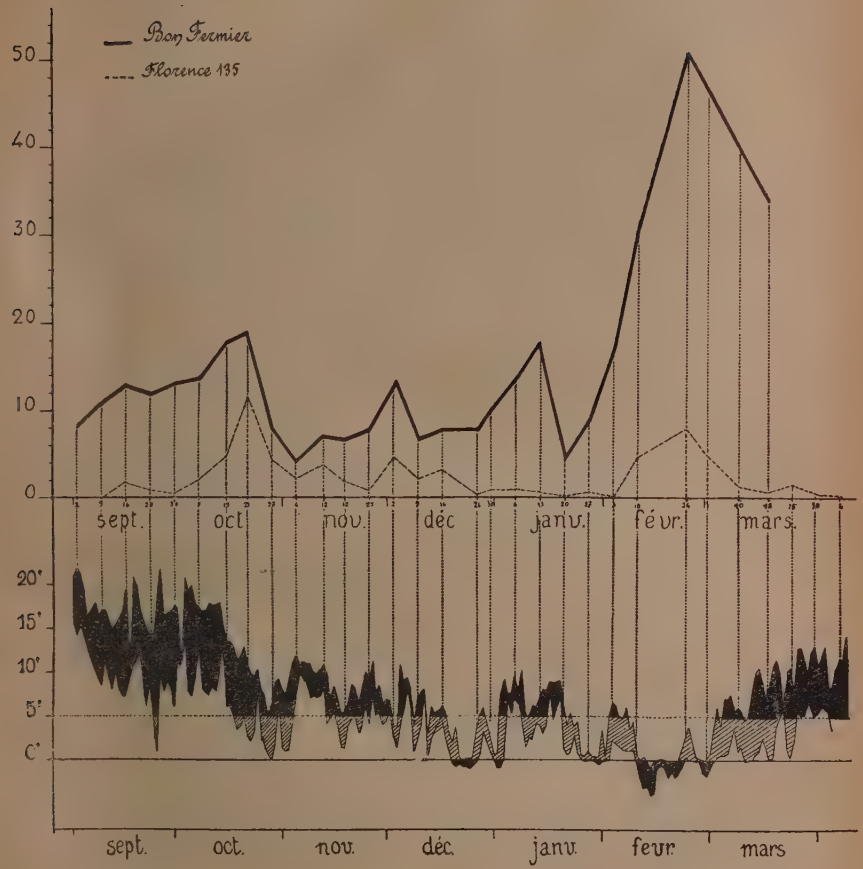

FIG. I. — Influence de l'époque du semis en 1931-32 sur l'infection par la Carie du Blé. (En haut, courbes représentant les pourcentages d'épis cariés; en bas, courbes des températures maxima et minima du sol, à 5 cm. de profondeur).

Influence de la dose de Carie

La proportion de spores de Carie mélangées artificiellement au Blé a une influence très variable. En 1928-29, des doses de Carie variant de 1 à 5 avaient donné des résultats analogues; au contraire, en 1930-31, avec des doses variant seulement du simple au double, la proportion d'infections avait été très variable. Il en a été de même, en 1931-32, avec des quantités de poudre de Carie ayant varié de 1 à 10, le premier cas a donné 3,23 % d'épis cariés, le deuxième 48,63 %. Il est vraisemblable que l'importance des doses massives de spores apparaît surtout lorsque les conditions sont défavorables à l'infection.

Sensibilité des espèces et variétés de Blé et d'*Aegilops*

On a étudié, outre les variétés de culture courante, des types ou espèces qui pourront avoir ultérieurement une importance au point de vue des croisements qui seront effectués par les généticistes (1).

Les résultats indiqués dans ce paragraphe correspondant à des infections faites avec des spores provenant du *Bon Fermier* et récoltées à Versailles. La proportion d'infection varie, on l'a vu, avec l'année, l'époque de semis et l'origine des spores, aussi ne peut-on donner ici qu'une vue d'ensemble.

Pour les espèces de *Triticum* et d'*Aegilops*, les résultats obtenus en 1931-32 ont montré que l'*Aegilops triuncialis* n'a pas été attaqué; par contre, l'*Aegilops ventricosa* s'est montré sensible. Parmi les Blés, le *Triticum monococcum* n'a pas été infecté; le *Tr. durum* type a été peu sensible (de 0 à 3,39 %), sa variété *coerulescens* fut un peu plus attaquée (6 à 10 %). *Le Tr. polonicum* a donné 4,39 % de Carie (5,75 en 1930-31). Le *Tr. turgidum* s'est

(1) Une grande partie des semences nécessaires nous ont été fournies par la Station centrale d'Amélioration des Plantes.

montré moyennement sensible (2,73 à 22,63 %). Enfin, les *Tr. dicoccum, Tr. sphaerococcum, Tr. Spelta, Tr. compactum* (jusqu'à 78-26 % pour le Herisson sans barbe), et les variétés cultivées du *Tr. vulgare* ont été les plus sensibles.

Pour quelques-unes des variétés de Blé d'hiver (*Tr. vulgare*) qui ont été essayées en 1930-31 et 1931-32, on peut distinguer :

1° **Blés très résistants ou immunes** (de 0 à 1,73 %) : *Red Hussar, Martin Amber* et *Ridit.*

2° **Blés assez résistants** : *Florence 135.*

3° **Blés sensibles** : Dans cette catégorie et la suivante, la sensibilité d'une même variété varie souvent de la limite minimum au maximum; les deux subdivisions, 3 et 4, établies ici, ont par suite une valeur assez incertaine : *Geoffroy, Oscar Benoist, Providence, Hybride à courte paille* (L^4), *Vilmorin 23, Prolifique nain, Vilmorin 29, Hybride 40, Aristide Briand, Vilmorin 27, Institut Agronomique* (I^1), *Japhet, Favori, Hybride 80.*

4° **Blés très sensibles** : *Inversal, Bon Fermier, Bon Fermal, Préparateur Etienne* (G^4), *Blanc Hâtif Gambier, Bon Fermier Briard, Carlotta Strampelli, Hâtif de Wattines, Saissette du Maninet* B^2 (Schr.), *Mentana.*

Pour les Blés de printemps, à cause de l'époque du semis, les infections sont en général moins nombreuses, mais la sensibilité peut être très marquée; nous devons rappeler qu'en 1931-32, par exception, les semis de printemps ont été plus attaqués :

1° **Blés un peu résistants** : *Kolbenweizen, Garnet 652, Ottawa, Florence* × *Aurore, Extra Kolben II, Chiddam 8.*

2° **Blés sensibles** : *Moyencourt 31, Aurore* × *Chiddam 10, Mentana.*

En 1931-32, l'*Aurore* × *Chiddam 10* a donné jusqu'à 74,67 % d'épis cariés; le *Moyencourt* 31 jusqu'à 40.47 %.

Origine des spores de Carie

En 1931-32, la Station centrale d'Amélioration des Plantes a organisé, avec la collaboration de l'un de nous, des essais au sujet du pouvoir d'infection des spores de Carie de plusieurs provenances. On sait que divers auteurs ont étudié déjà la question, et que certains considèrent qu'il existe plusieurs variétés ou formes biologiques à l'intérieur d'une même espèce de Carie ou *Tilletia;* dans quelques régions existeraient des formes particulièrement virulentes pour certains Blés. Les expériences faites à Versailles montrent que ces différences dans le pouvoir infectieux existent bien réellement, sans qu'on puisse encore donner une opinion certaine sur les causes réelles qui les établissent. Les spores utilisées provenaient de diverses régions de France (Versailles, Colmar, Dijon, Aisne), d'Allemagne (Cosel-Ober-Schlesien, Breslau, Halle), de Suisse (Zurich) et du Danemark (Lyngby); elles n'avaient pas été récoltées sur la même variété de Blé. On s'en est servi pour infecter les semences de trois variétés, de sensibilité croissante : *Red Hussar, Bon Fermier, B*[2].

Le tableau suivant résume les résultats, en indiquant le pourcentage d'épis cariés :

Bon Fermier		B^2		Red Hussar	
	%		%		%
Halle	51,17	Breslau	56,36	Cosel	14,03
Versailles	48,63	Halle	47,62	Breslau	9,06
Zurich	33,71	Cosel	31,17	Halle	3,69
Breslau	14,09	Versailles	23,89	Zurich	1,07
Cosel	13,73	Lyngby	17,54	Lyngby	
Lyngby	11,31	Zurich	17,04	Versailles	
Colmar	11,16	Aisne	16,57	Colmar	0
Dijon	8,75	Dijon	13,97	Dijon	
Aisne	4,25	Colmar	9,07	Aisne	

Les chiffres indiqués ci-dessus montrent qu'en général, les spores de provenance allemande ont été plus infectieuses que la Carie française, sauf pour le *Bon Fermier;* ce dernier a été fortement contaminé par la Carie de Versailles, justement récoltée sur cette variété. Un deuxième point est que le *Red Hussar,* variété très résistante, presque immune dans beaucoup de cas, a été infectée assez fortement par la Carie provenant de Cosel. Sans vouloir tirer de conclusions qui seraient prématurés après une seule année d'essais, on peut dire que la Carie de Versailles paraît mieux adaptée au *Bon Fermier* et la Carie de Cosel au *Red Hussar,* tandis que les deux sortes d'origine ne présentent pas d'influence marquée pour le B^2. La question sera reprise en 1932-33.

Conclusions pratiques

Les résultats obtenus pendant quatre années d'essais permettent de tirer les conclusions suivantes :

1° *Traitements de la semence.* — Si l'on choisit les meilleurs produits pour les deux procédés : trempages et poudrages, il n'y a pas de différence essentielle dans les résultats, excellents, que l'on obtient en particulier avec les produits suivants :

Trempages :

a) *Formol* à 0,25 %, pendant 20 minutes;

b) *Sulfate de cuivre* à 0,5 % pendant 1 heure, puis chaux en poudre;

c) *Bouillie bordelaise caséinée*, à 2 % de sulfate de cuivre; précédée de lavages à l'eau.

Poudrages (à 200 gr. de poudre pour 100 kgs de blé) :

d) *Chlorure cuivreux;*

e) *Oxychlorure de cuivre* (paraît un peu inférieur au précédent).

2° *Variations de l'infection.* — La proportion d'infection par la Carie peut varier beaucoup suivant la date du semis, la dose de poudre de Carie mélangée au Blé, la sensibilité de la variété et l'origine des spores; mais ces considérations n'ont actuellement qu'une faible valeur pratique, car aucune variété de grande culture, utilisable dans nos régions, n'est assez résistante à la Carie pour qu'on soit dispensé de la traiter, et les époques de semis qui donnent une faible proportion de Carie ne correspondent pas aux nécessités de la culture.